

軌条, 道路両用けん引車

Road-Rail Tractor

村田 師 男* 斎 田 信 幸* 原 田 義 輝*
Norio Murata Nobuyuki Saida Yoshiteru Harada

内 容 梗 概

レールの上でも道路でも走行できしかもけん引作業が行える軌条, 道路両用けん引車が完成した。この車両はわが国でも前例がないので設計にあたっては独自の機構を各所に織り込んだ。目下耐久試験をかねて日立製作所笠戸工場で車両の入換に実用しているが, 結果が良好なので構造を中心にこの車両の紹介をする。

1. 緒 言

同一レール上にある多くの車両を2~3両くらいの単位で一定距離ずつ移動させるという作業は, 車両によりある流れ作業を行なっている作業場, 車両の組立, 修繕, 検査を流れ作業的に行なう車両工場, 操車場などに欠かせぬ問題である。これを人力で行なうとすれば相当の労力と時間とを要し, また地上設備により機械的に行なうとすれば大きな設備費を要する。このような場合の作業合理化をねらったのが軌条, 道路両用けん引車であり, レール上と道路上を走行できるので同一レール上でも他の車両がじゃまになることなく, 道路を介してレール上の任意の点に移動し, そこで必要車両のけん引作業を行うものである。またこの車両は道路を走行できるので分岐点にもどることなく他のレールへも進入でき, このため1両のけん引車で多くのレール上における上記のようなけん引作業を受持つことが可能である。さらにこのけん引車は道路上走行時にも大きなけん引力を有するので道路車両のけん引作業にも威力を発揮するものである。

この車両は今回日立製作所で試作したものがわが国で最初であり, 今後各方面での活用が期待される。

2. 概 要

本けん引車は構造を第1図に示すように, 同一車両に4個のゴムタイヤ車輪とこれと直角方向の4個のレール用鉄製車輪とを兼備しており, 油圧によりレール用車輪車軸を上下してレール上でも道路上でも走行しけん引作業が行えるようになっている。第2図にレール車両としての状態, 第3図に道路車両としての状態を示し, また主仕様を第1表に示す。

道路車輪とレール車輪の配置は平行の場合も考えられるが, こうすると道路, レール相互の乗入の際にレールの乗越が非常にむずかしくなり道路車輪は相当直径の大きなものにしなければならない。これに対して両車輪の配置を直角にしておくこととレールの踏切がうまく利用できることになる。すなわち踏切道路はレールの高さまで地面が盛上げてあるので車輪配置が直角になっているとレールまたは道路へそのまま車両が移動でき相互の乗入が非常に容易になる。

3. 各 部 構 造

3.1 車 体

車体は鋼板溶接製で, 台わくと鋼体はボルト付になっており, また鋼体は運転室とエンジン室に分離できるようになっている。運転室は道路車両進行方向に向って取付いているが, これはレール車両として走行する際には車輪フランジとレールとの関係により車両進行方向が規定されるため運転室においては動力の制御だけをすれば

* 日立製作所笠戸工場

第1表 軌条, 道路両用けん引車主仕様

(1) 車 両 要 目	
全 長 (道路進行方向)	2,710mm
全 幅 (レール進行方向)	2,470mm
全 高 (レール上走行時)	2,550mm
レール車輪の軌間	1,067mm
レール車輪の軸距離	1,115mm
道路車輪の軸距離	1,800mm
道路車両前軸トレッド	2,200mm
道路車両後軸トレッド	2,150mm
自 重	約 5 t
(2) 性 能	
最大けん引力	
レール上	約 1,200 kg
道路上	約 1,100 kg
最 高 速 度	
レール上	約 20 km/h
道路上	約 10 km/h
約道路上最小回転半径	約 5.8m
(3) エ ン ジ ン	
形 式	ダットサン用C形 ガソリンエンジン
総 排 気 量	988 cc
標 準 出 力	21 PS/2,700 rpm
(4) けん引装置	
レール車両側	ピンリンク式
道路車両側	フック式

よく, かじ取の必要なのは道路車両として走行する場合だけであることに着目したものである。

同一車両にレール車輪と道路車輪とを兼備し縦横に走行する関係上, 車体は道路車両としてながめた場合普通の自動車などに比べて非常に幅広い感じを受けるが, 道路車両としての寸法は「道路運送車両の保安基準」を満足しており, またレール車両として走行する場合の進行方向の断面寸法は「地方鉄道車両限界」に納まるように設計されている。

けん引装置はレール車両側がピンリンク式, 道路車両側がフック式になっている。

3.2 動力伝達装置

第4図に動力伝達装置を示すが前述のように車両の寸法制限があるので設計的に苦心した。

3.2.1 エ ン ジ ン

本車両の計画にあたってレール上でのけん引力は, 重量40 tの車両3両, 合計重量120 t程度を目標に考えた。引出抵抗を10 kg/tとすれば所要けん引力は約1,200 kgになり, これと途中の減速条件, 車速, 機械効率などをあわせ考えるとエンジンは標準出力で20 PS程度のものがことになる。一方エンジンは保守の面から部品入手が容易でアフターサービスの期待できるものでなければならない。このような観点から国産のエンジンを種々調査したが, 結局日産自動車株式会社のダットサン用C形ガソリンエンジンを採用することにした。第5図にエンジン性能曲線を示す。車両へ積

載の際にはガバナを取付け標準出力 21 PS/2,700 rpm で使用するようにした。

3.2.2 変 速 機

運転の便からトルクコンバータの利用も考えたが、価格の面、上述の寸法制限などの関係から結局上記ダットサンエンジン用の変速機を長さ方向に一部改造して使用することにした。エンジンと運転室との関係でリモートコントロールの必要があるのでこの形の変速機を用いたが、変速比はつぎのとおりである。

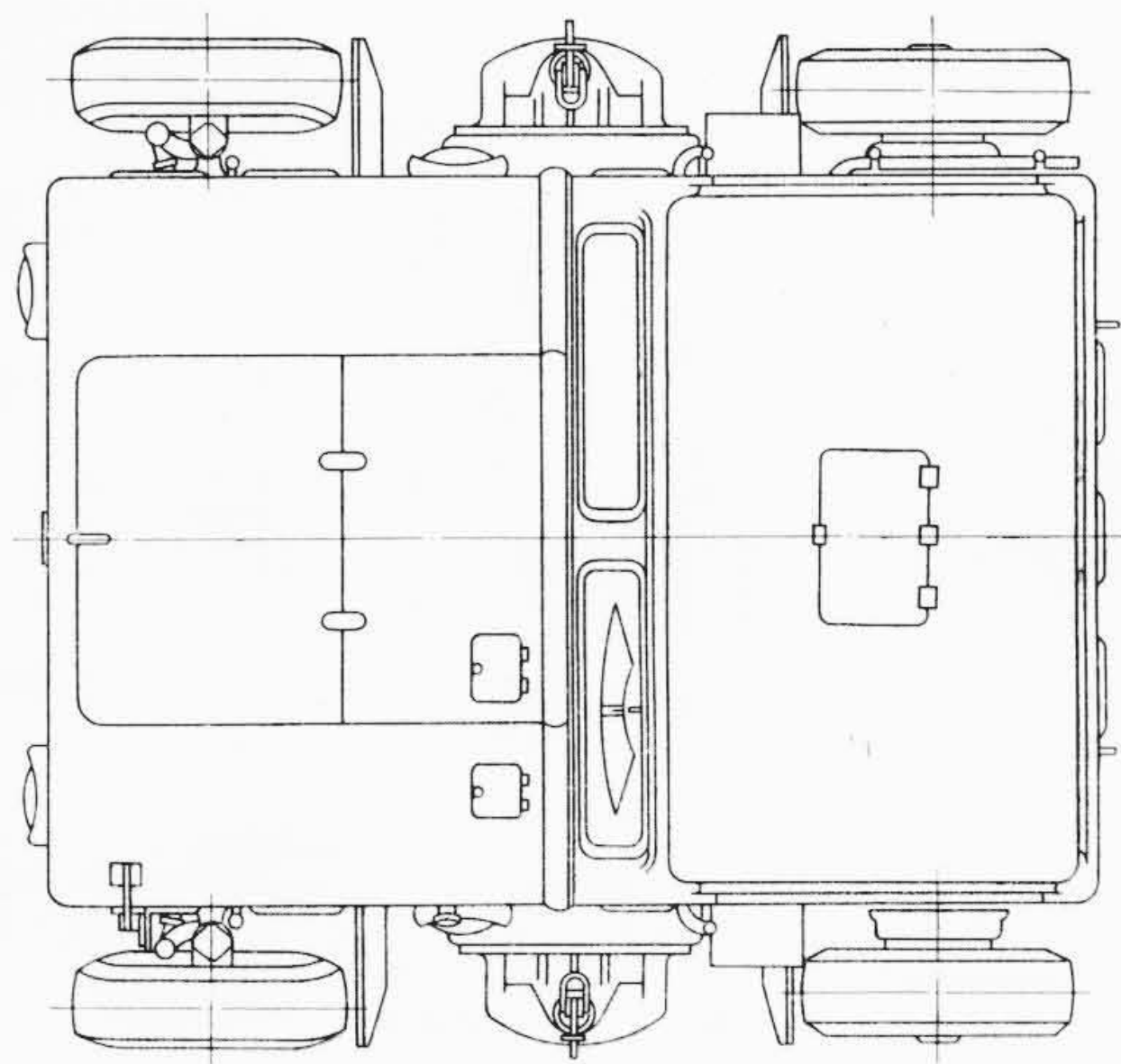
1 速	2 速	3 速	直 結	後 退
4.94	3.01	1.73	1.00	6.46

3.2.3 切 替 減 速 機

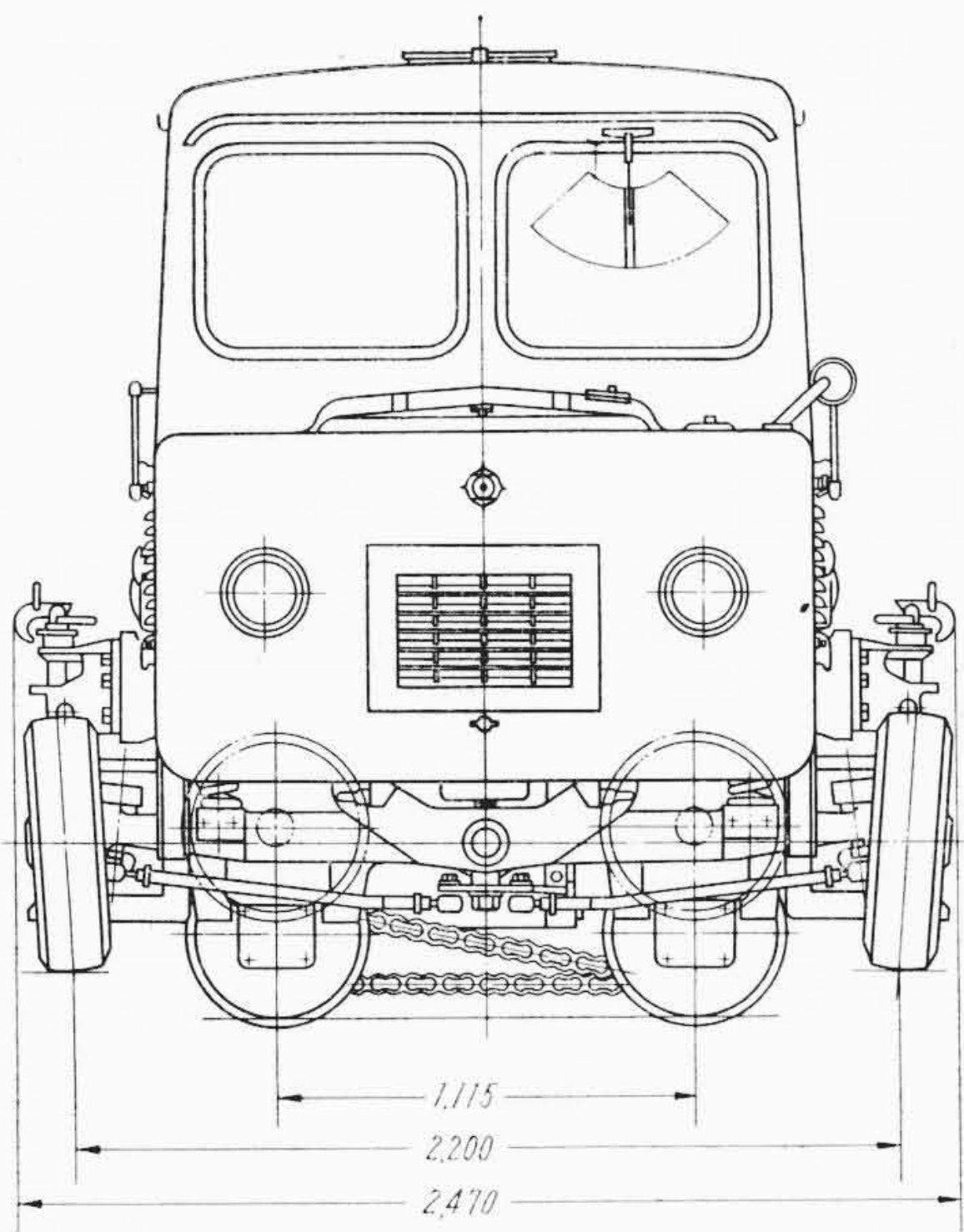
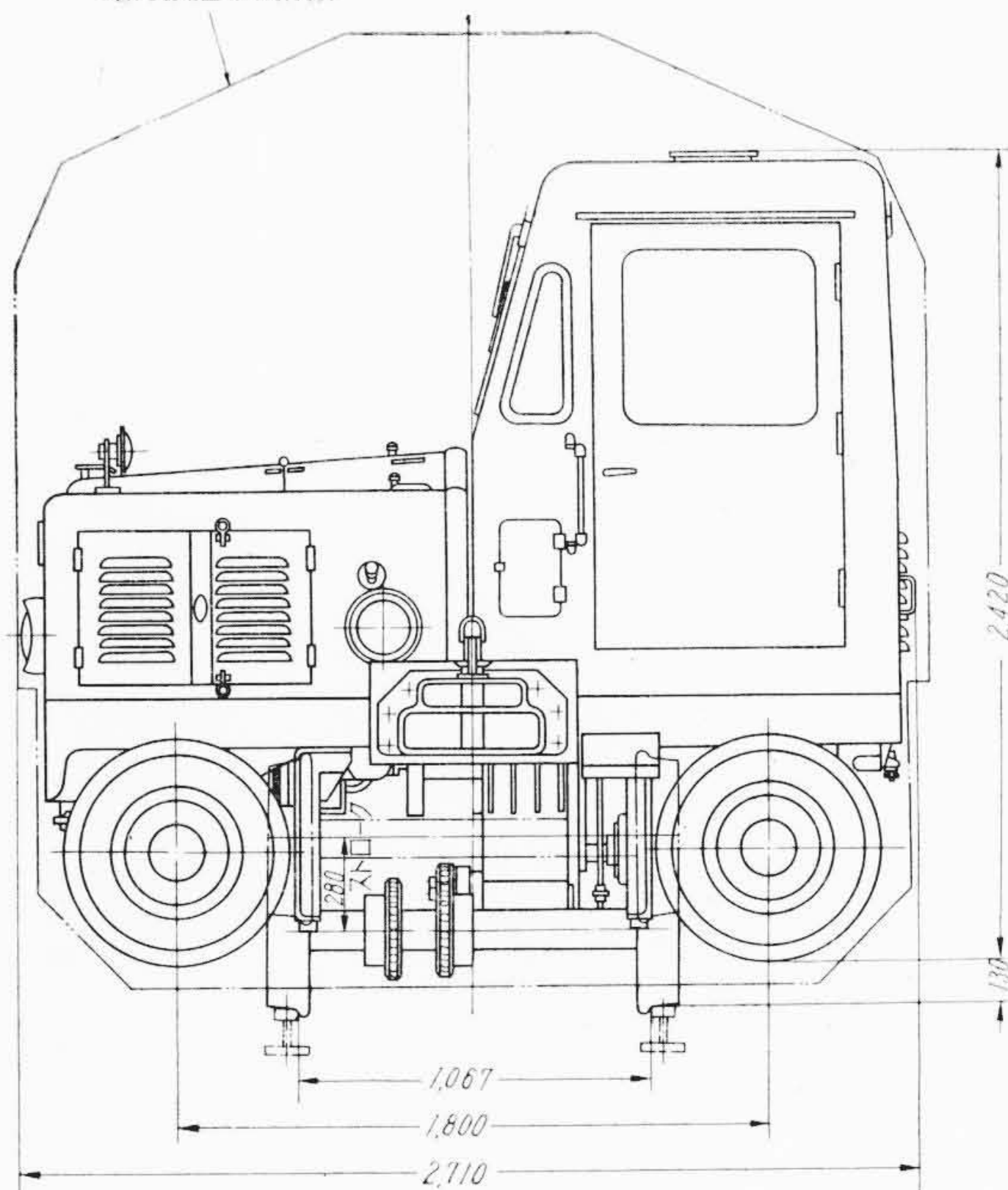
本車両はレール車両および道路車両として使用するのでエンジンからの動力は途中でそれぞれに切替える必要がある。切替減速機はこの動力の切替と、レール車両および道路車両としてけん引に必要な減速とを合わせ行なわんとするものであり、数多くの歯車が内蔵されている。入力軸と出力軸の位置が相当離れているがこれは機器配置上必要な寸法であり、切替減速機は同時にオフセットの役目もなしているのである。歯車が何段にも並んでいるので油ポンプにより、歯車、軸受の潤滑を行なっているが、この減

速機における減速比はつぎのとおりである。

レール車両側減速比	9.27
道路車両側減速比	2.42



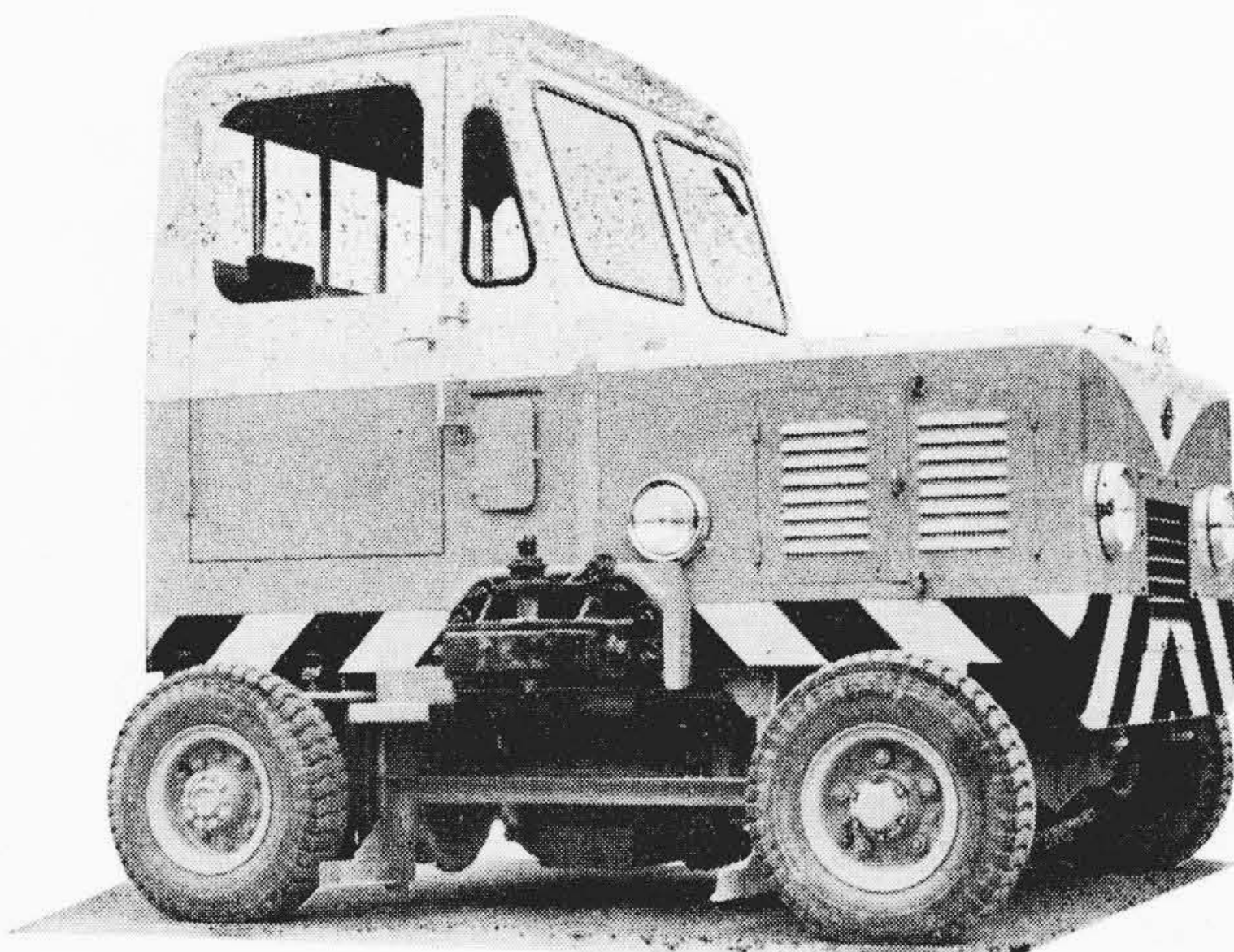
地方鉄道車両限界



第1図 軌 条、道 路 兩 用 け ん 引 車 構 造 図



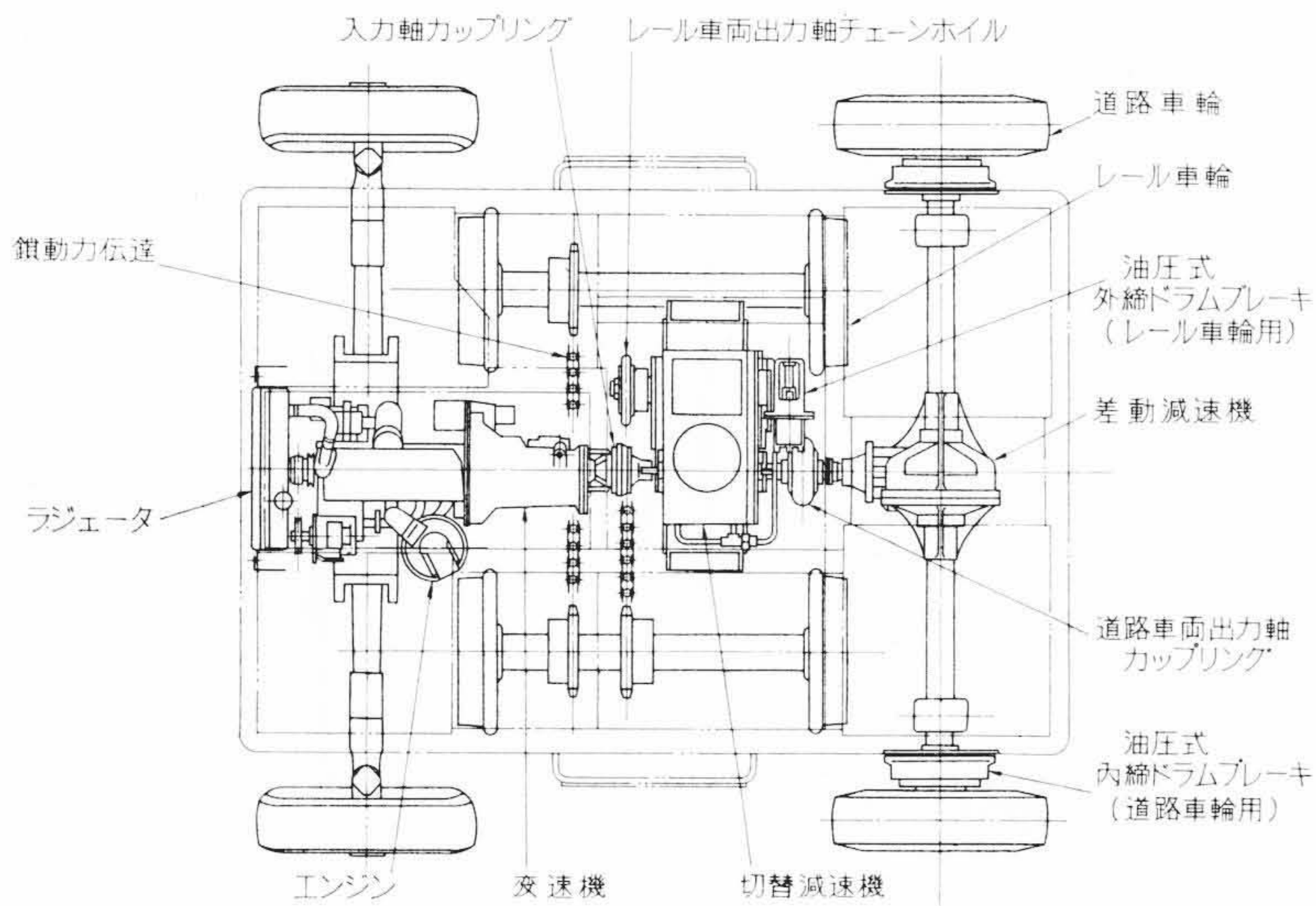
第2図 レール車両としての両用けん引車



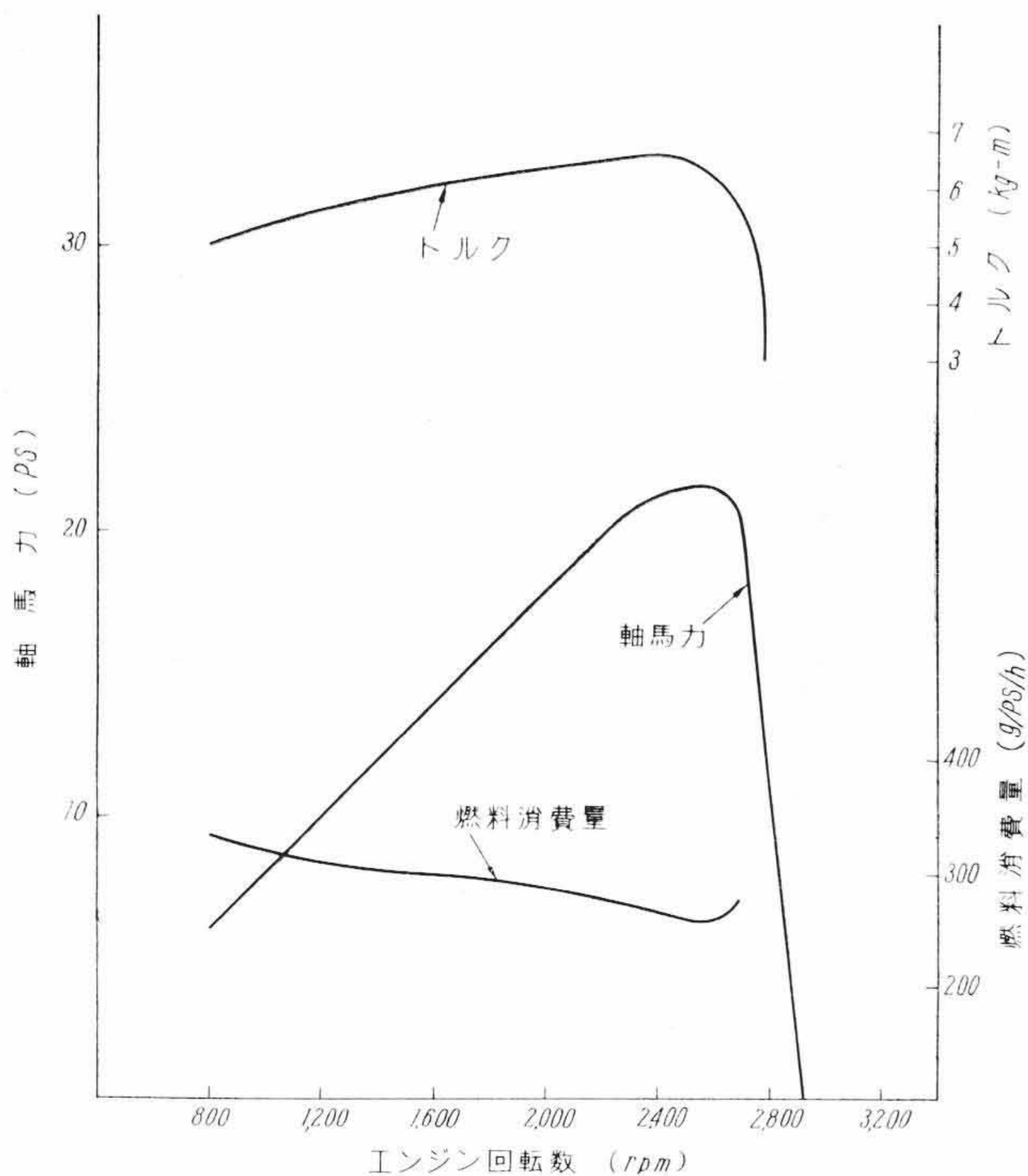
第3図 道路車両としての両用けん引車

3.2.4 差動減速機

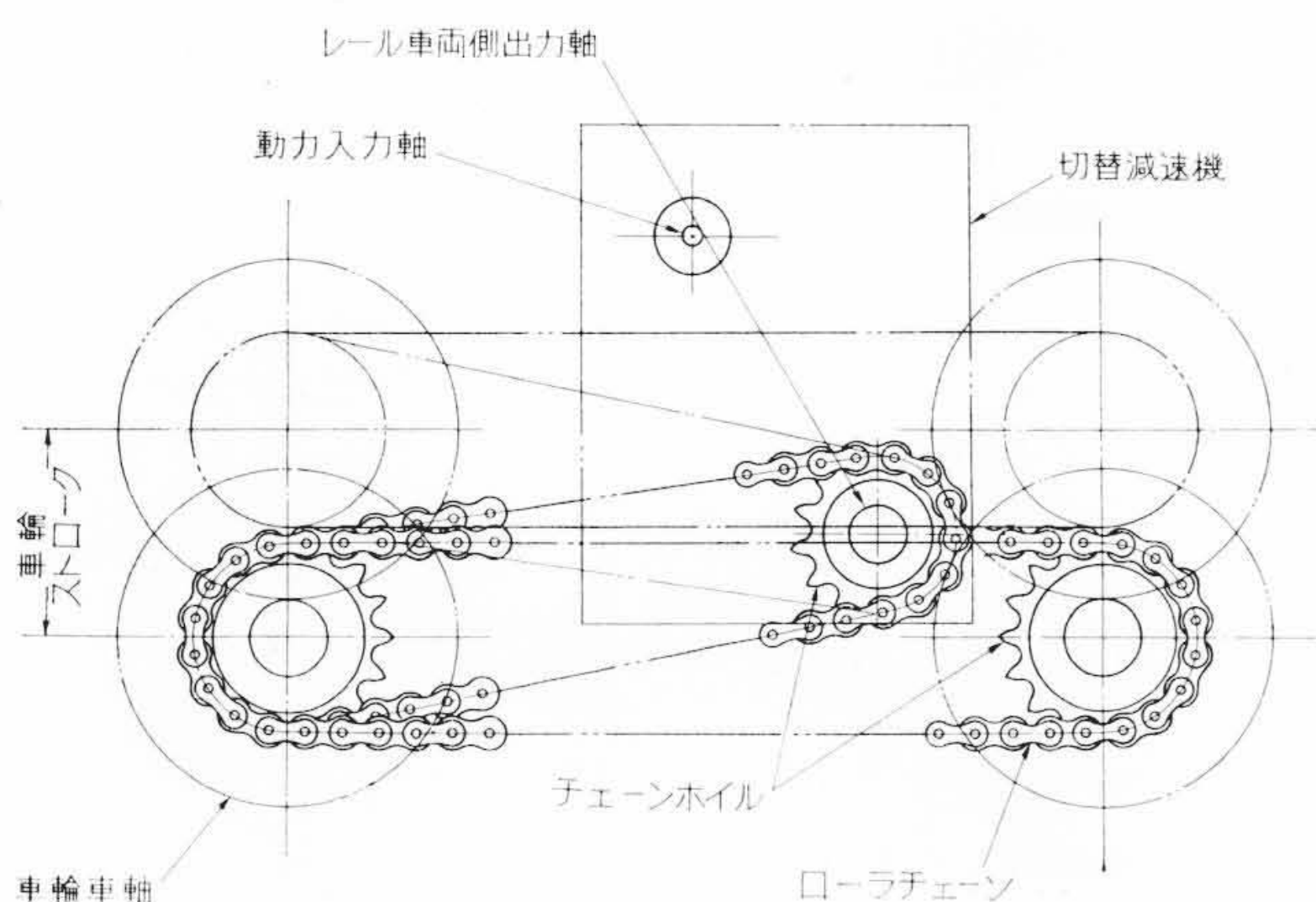
切替減速機から取出された道路車両側動力はゴム継手を経て差



第4図 動力伝達装置



第5図 エンジン性能曲線



第6図 レール車輪に対する動力伝達機構

動減速機に至る。本車両は第1図に示すようにレール車輪を車体内側に入れて道路車輪を外側に出しているため道路車両としての

トレッドは大きい。したがってこの車に小回りをきかすためには道路車両用後車軸には差動装置が必要になってくる。差動減速機には前述のエンジン、変速機との関係もあって日産自動車製のニッサンキャリヤ4W2用のものをハウジングその他を改造して使用したが、減速比は6:15である。

3.2.5 鎖歯車装置

レール用車輪車軸は後述のように軸箱もりに沿って油圧シリンダで車体に対し上下するので、動力伝達機構はこの変化に対応せねばならない。そこで本車両においてはこれに対処するため第6図に示すような鎖による動力伝達機構を採用した。切替減速機のレール車両出力軸には鎖車を取付け、この中心はレール用車輪の油圧による上下方向移動量に対する垂直二等分線上にあり、かつこの鎖車とレール用車輪車軸の鎖車を結ぶ鎖の長さは油圧シリンダのストロークに対して十分大であるように中心から片寄せてその位置を選定してある。

このような構造になっているのでレール車両として鎖による動力伝達を行った後道路車両に切替えるためレール用車輪車軸を車体に対して持ち上げるとしても、その途中の変位は鎖により対処できしき鎖のたるむ量が少ないので鎖車からの脱落のおそれはない。また道路車両の状態においてはレール車両のとき同様に再び張ることになるので路面走行時の車両振動に対しても鎖脱落の心配がない。

またレール車軸同士も鎖による結合を行っているがこれは車両出発時の軸重移動に伴う粘着重量の減少を防止するためであり、道路車輪配置の関係からレール車輪の軸距離が大きく取れない本車両の場合、これでけん引力を十分補償することができる。

3.3 車輪切替装置

車輪切替の方法としては道路車輪を変位させる方法とレール車輪を変位させる方法とか考えられるが、前者の場合はかじ取装置と動力伝達装置をこれに対処できる構造にしておかねばならない。これに対し後者すなわちレール車輪を車体に対し変位させる場合には前述のようにレールとレール車輪フランジとの関係でかじ取のほうは必要がなくなるので構造的に非常に有利になる。このような観点から本車両では後者を採用し前記のような鎖による動力伝達機構を用いた。

3.3.1 軸箱装置

レール車輪変位の方法としては車体と軸箱との間にそれぞれ油圧シリンダを装備し、軸箱もりを案内としてこれでレール用車輪車軸を車体に対して上下させる方法をとった。第7,8図にその構造を示すが軸箱は特殊形状のものとしその上部には円筒形の空間を設け、この中にコイルばねをそう入し、これにフランジ付油圧シリンダを乗せ、油圧シリンダのピストンロッド先端は球面ブッシュを介して台わくとピン結合し、レール用車輪車軸で車体を保持できるようになっている。道路車両として使用するための車輪切替時には油圧シリンダが車体に対して上昇するが、このときはシリンダのフランジと軸箱の上面カバーとが接触しこれでレール用車輪車軸の重量がささえられることになる。

このように垂直方向の荷重は軸箱もりを案内として油圧シリンダの油圧で支持されるが、けん引力は軸箱と軸箱もりとの接触により伝達される。

3.3.2 油圧回路

上述の油圧シリンダは各軸箱ごとにあるので車輪切替の際に車

体が水平に上下するためには4個の油圧シリンダの作動速度が同一である必要がある。第9図に油圧回路図を示すがこのために圧力補償器付流量調整弁による同期回路が考慮されている。油圧ポンプには東京機器工業株式会社製ベーンポンプを使用し、リリーフバルブの設定圧力は 35 kg/cm^2 以下としている。

これでレール車両、道路車両相互への切替の際に車体は水平に上下することになり運転者に不安感を与えることはない。

3.3.3 軸箱ロック装置

レール車両のときには油圧シリンダには油圧をかけ、油漏れを考慮して油圧ポンプは常時運転を原則としている。しかし道路車両のときには逆にレール用車輪車軸を車体で保持すればよく重量条件的に楽なので、油圧の代りに機械的にロックする構造にした。

第7,8図にこのロック装置を併記したが、先端にコロをつけたレバーを軸箱もりに取付けこれをコイルばねで保持しておき、レール用車輪車軸が油圧で車体に対して持上げられ所定位置にくると軸箱もりにあけられた切欠孔部からこれが飛出し軸箱を下側から保持するようになっている。

4個の軸箱とこのロック装置とが所定の幾何学的関係になるとマイクロスイッチが作動し、運転室内にある軸箱ロック知らせ灯

が点灯するようになっているので、運転者は運転席においてこの状態を確認することができ、このとき油圧を切って機械的ロック装置に切替えることになる。道路車両として走行中もこの軸箱ロック知らせ灯は所定状態では常時点灯し、運転中1組でも軸箱とロック装置との関係が変ればこれが消えるような配線になっているので、運転者はこれを見て安全に運転することができる。

道路車両からレール車両へ切替えるとき、その油圧は車体重量を保持できるだけの力を持っているのでレール車輪車軸保持用のロックばねの力より十分大きい。したがってレール用車輪車軸は軸箱下端でロック装置を押開いて車体に対して下降し、シリンダに取付けられたバーが軸箱もりに取付けられたストッパに当るに至る。第8図にこの状態を示すが、ロック装置のコロはばね力で軸箱の両側面を押えるのでレール車両として走行する際に問題になる軸箱と軸箱もり間の摩擦を防止することになり好都合である。

3.4 車体支持装置

上述のようにレール車両側車体支持装置としては軸箱と油圧シリンダフランジの間にコイルばねを考慮し、これで普通の小形機関車なみの振動特性を確保した。

しかし道路車両車体支持は、前述のように動力伝達装置にプロペラ軸をそう入するだけの寸法的余裕がないので、使用速度が小さいこと、空気入ゴムタイヤがクッションになることを考慮し、軸ばねなしの構造とした。すなわち後車軸は動力伝達装置の関係から車体に固定し前車軸は第10図のような構造にした。前車軸はその中央部で車体に対してピン結合されているので、この一点と後車軸の固定二支持点とをあわせ車体は三点支持されることになり路面への追随は可能である。

本車両は前述のようにトレッドが大きいので中央支持の道路側前車軸には大きな曲げモーメントがかかる。また本車両はレール車両のとき道路車輪は宙に浮くので上述のような前車軸構造だと車軸が中央支持ピンを中心にして傾き道路車輪がレール車両としての車両限界を冒すことになる。第10図の車軸、車体間の圧縮コイルばねはこれらの問題解決のためにそう入したものであるが、これにより車軸は細くて済み油圧シリンダのストロークも小さくて済んでいる。

3.5 かじ取装置

道路車両としてはかじ取装置が必要であるが、この車両は運転室が前車軸から離れていること、前車軸が中央ピン支持式になっていること、タイヤ負担荷重が割合に大きいことなどのため第11図に示すような独立懸架方式用操向機構を用いた。かじ取歯車は平歯車減速、つづみウォームおよびローラ式とし減速比を大きくとったが、車速が小さいのでこれで十分であり、最小回転半径は実測で約5.8mである。

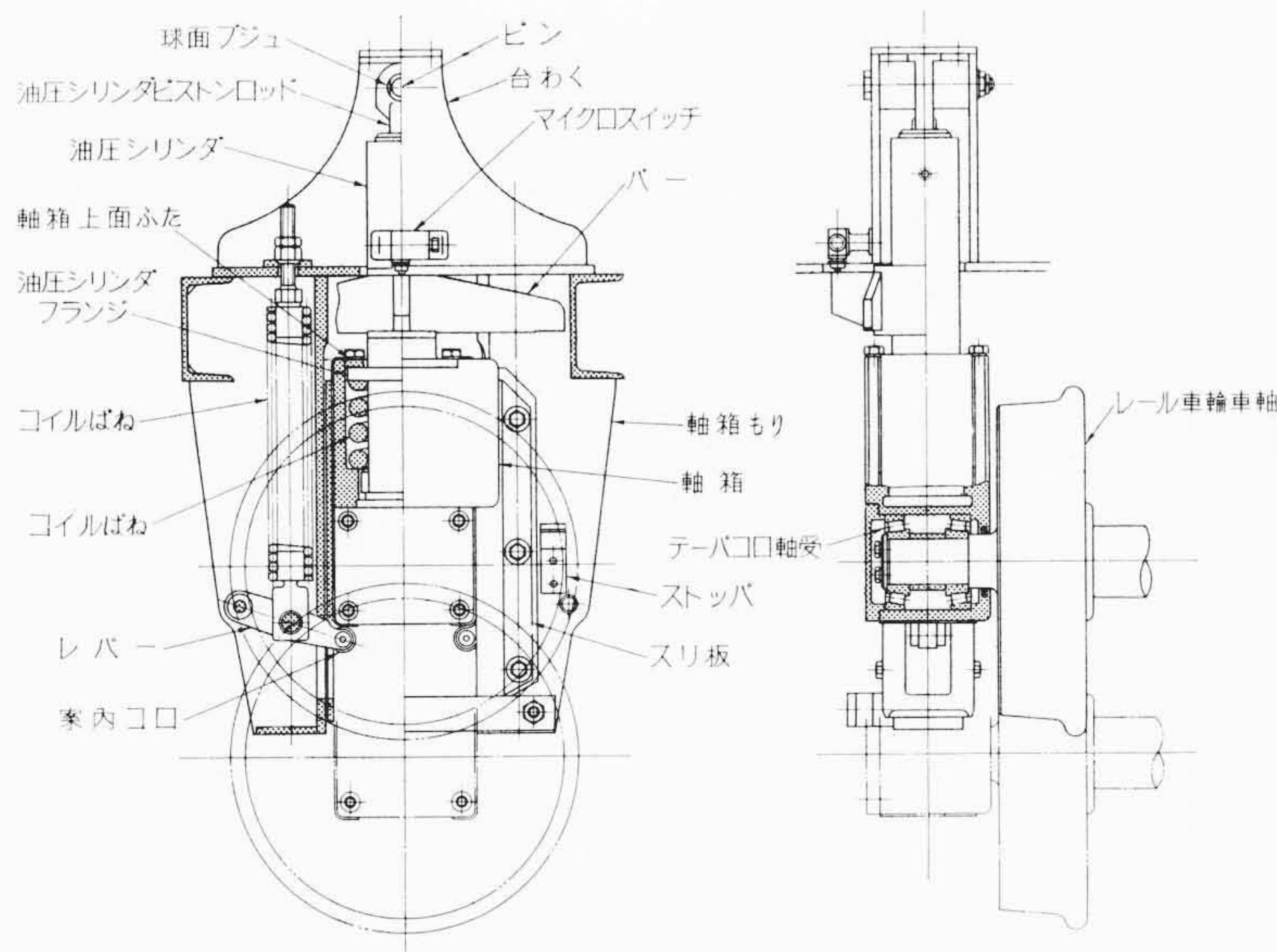
3.6 車輪と制動装置

3.6.1 レール車両側

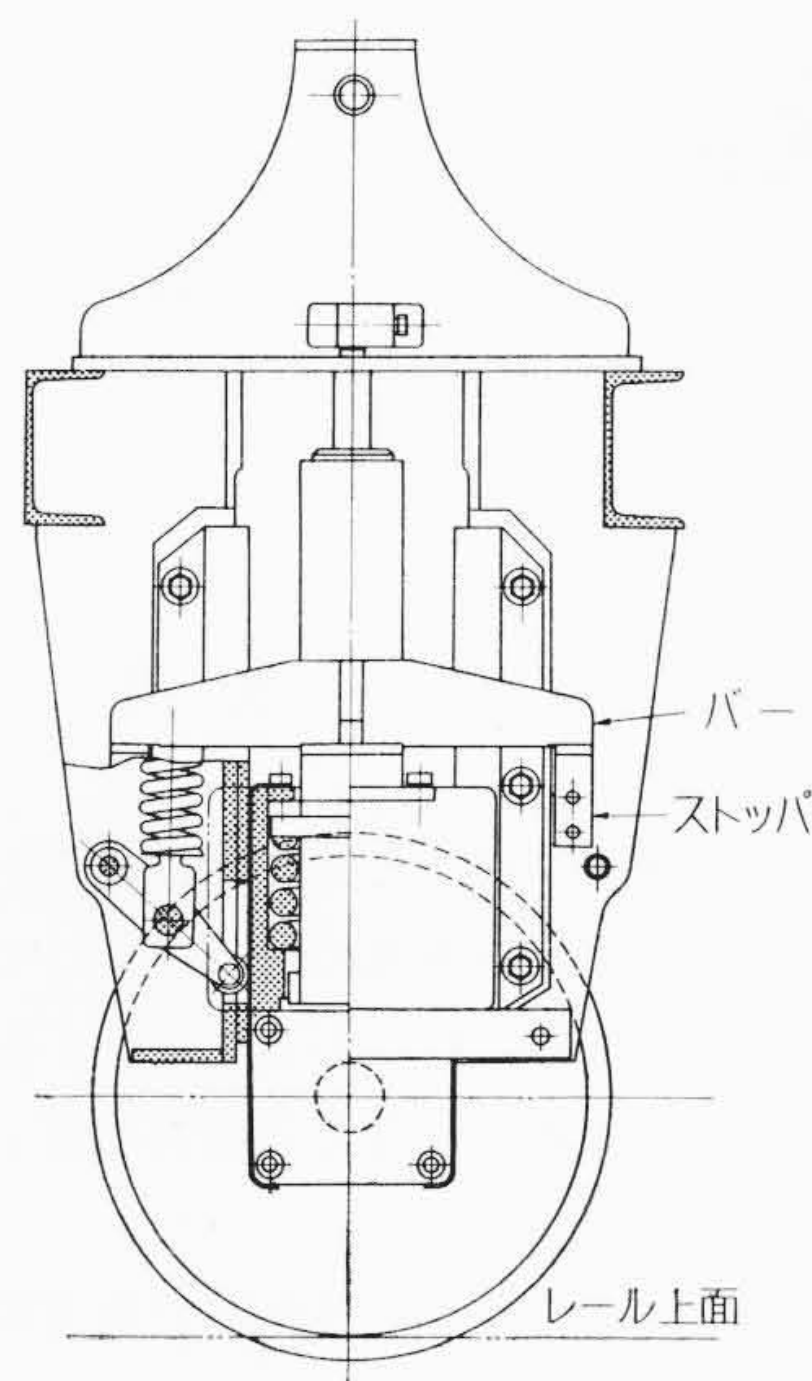
レール車輪は直径460mmのマンガン鋳鋼製のものを使用しているが、車輪車軸は車体に対し大きく変位するので普通の車両のようにシューブレーキ方式が採用できない。そこで第4図に略示したように切替減速機の動力切替直後のレール車両側動力伝達軸に油圧式外締ドラムブレーキを取付けこれで制動を行なうことにした。

3.6.2 道路車両側

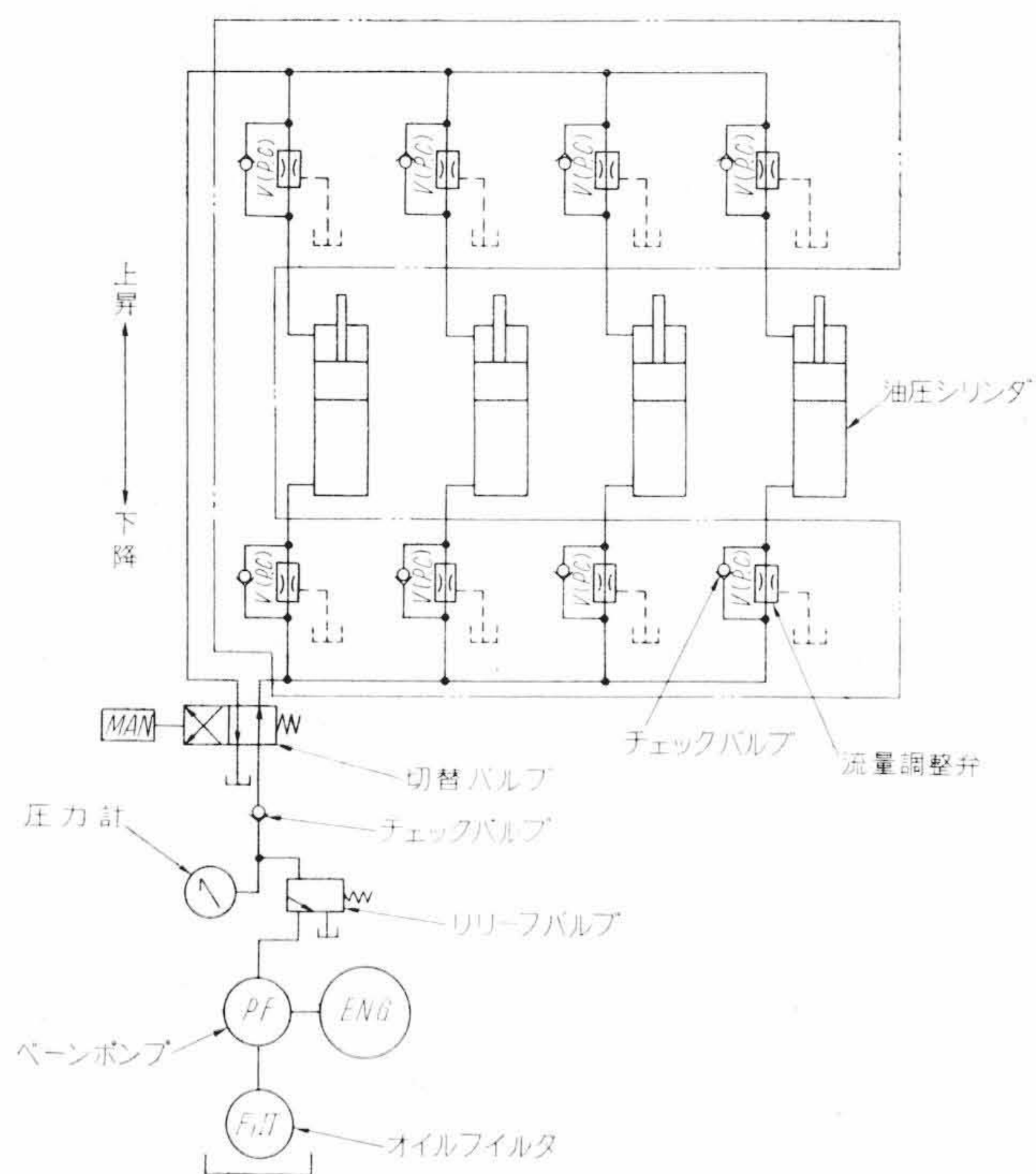
道路車輪はレール車両の車両限界などの関係でできるだけ直径



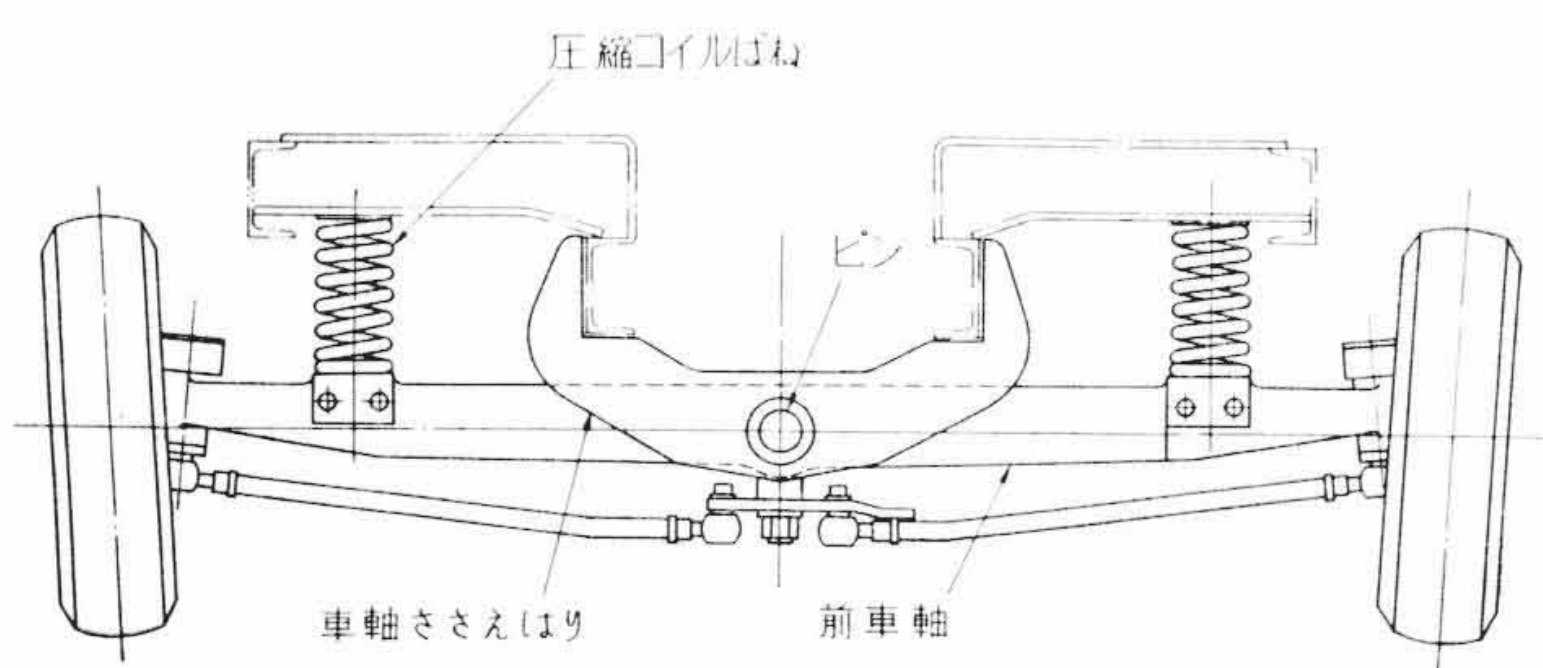
第7図 道路車両時の軸箱装置



第8図 レール車両時の軸箱装置



第9図 油 圧 回 路



第10図 道路車両側前車軸

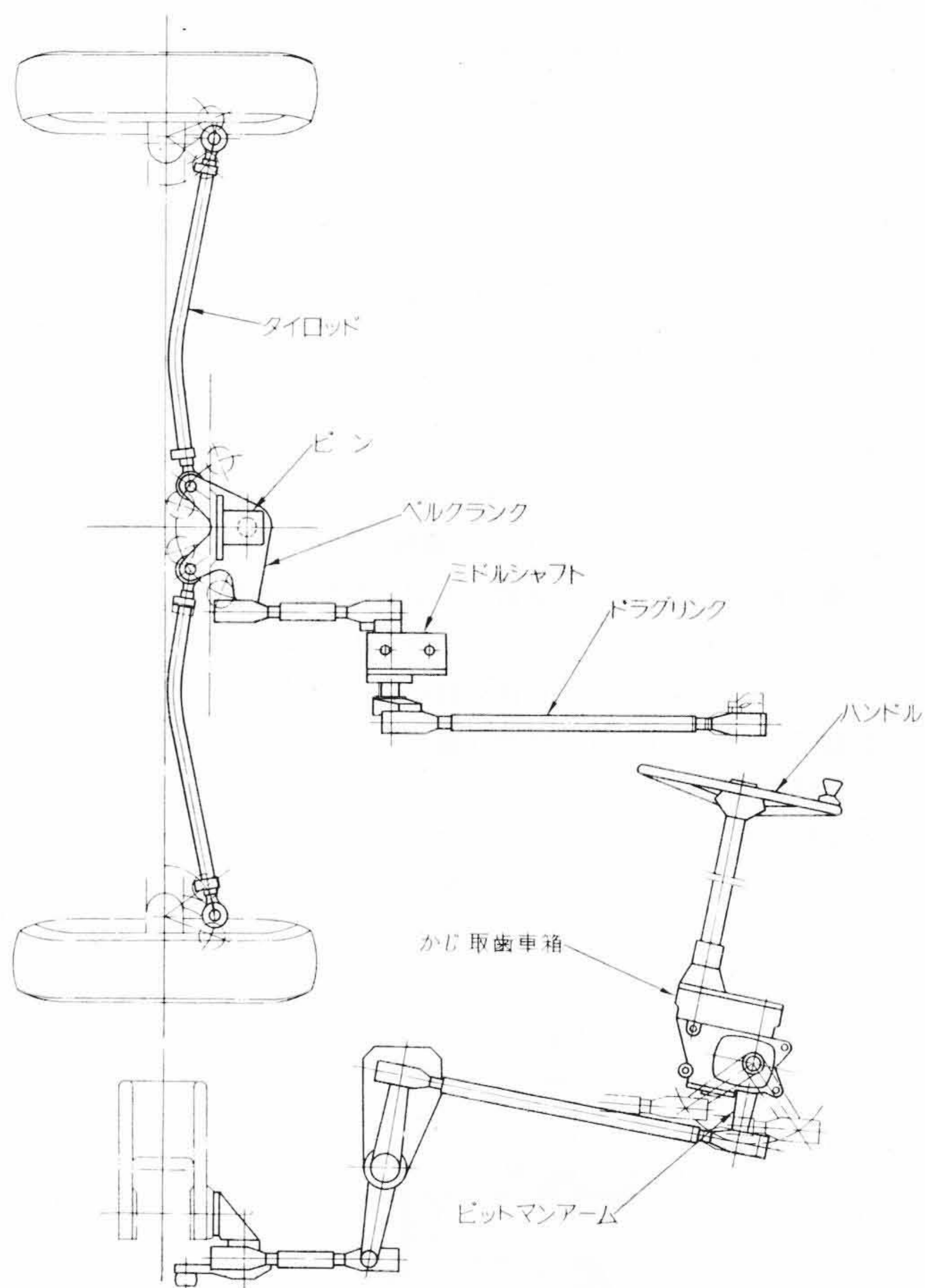
の小さいものが望ましく、反面けん引力補償の関係からなるだけ負担荷重の大きいものが要求される。このような観点からゴムタイヤとしては7.00-12-12PRの産業車両用のものを使用した。このタイヤは使用リムが小さいので普通の自動車のように制動装置をリムの中に収めることができない。そこで後車輪のリムからはみ出した状態で普通の自動車同様の油圧式内縮ドラムブレーキを取付けた。

本車両は前述のようにレール車両のときには常時エンジンを駆動して油圧を発生してはならぬので駐車するときは道路車両の状態においてのみということになる。したがって道路車両には駐車ブレーキが必要な。そこで上記油圧式ドラムブレーキは手ブレーキ付のものとしてある。

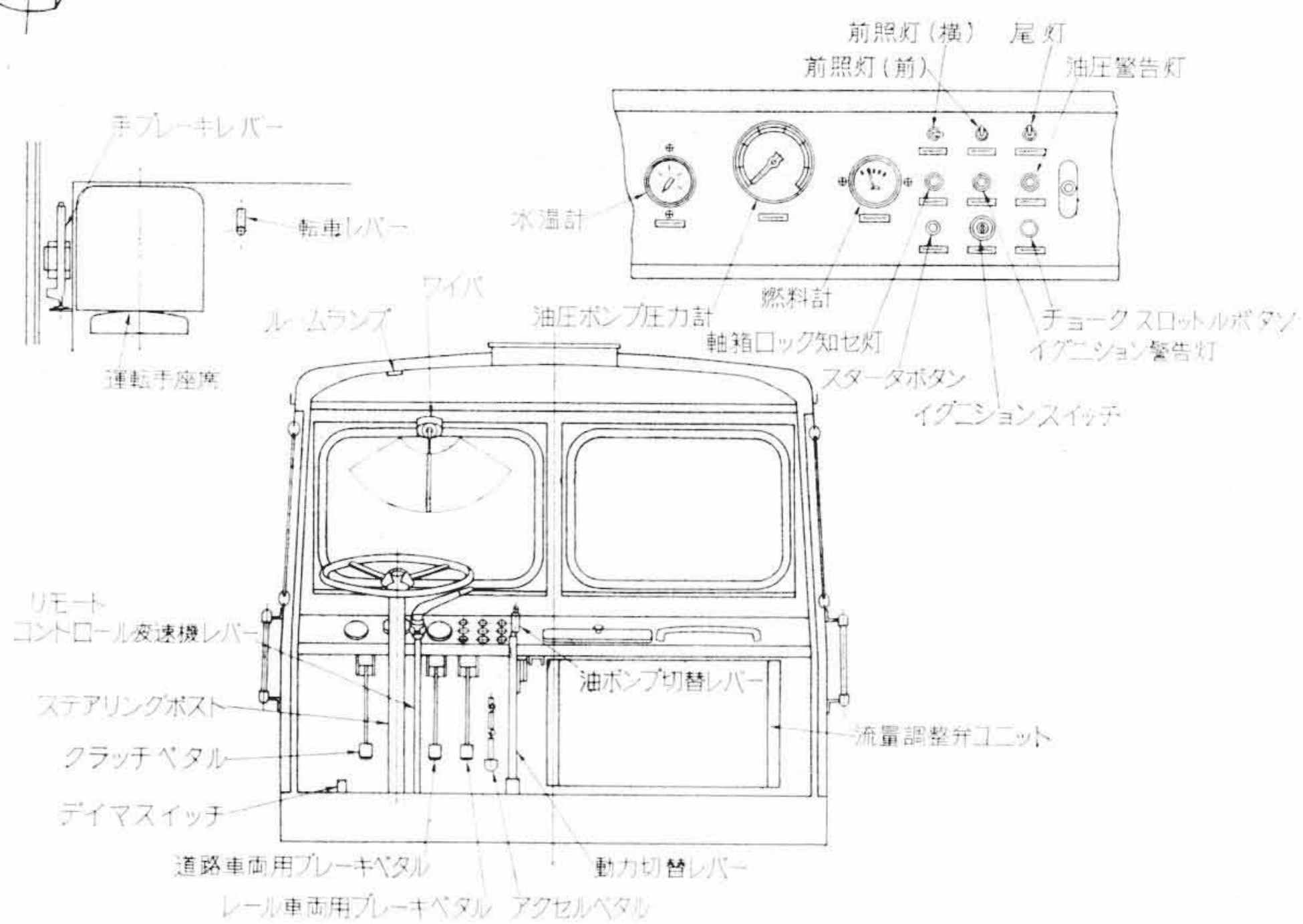
3.7 運 転 装 置

運転室機器配置は第12図に示すとおりであるが、普通の自動車とだいたい同様なので運転操作は容易である。特異点について述べるとつぎのとおりである。

- (1) 道路車両用とレール車両用のブレーキペダルがそれぞれある。
- (2) レール車両のときは油圧ポンプを駆動し、道路車両のときはこれが不要になるので、油圧ポンプの切替レバーが取付いている。



第11図 か じ 取 装 置



第12図 運 転 室 機 器 配 置

- (3) レール車輪を車体に対して上下し車輪をレール用、道路用に切替える転車レバーが運転座席の側部についている。
- (4) 切替減速機内の歯車を動かしエンジンからの動力をレール車輪側、または道路車輪側へ切替える動力切替レバーが取付けてある。
- (5) 前照灯は道路車両用として運転室の前方に2個あるほか、レール車両用として側面にそれぞれ1個ずつ取付いており、運転室内にこれの切替スイッチがある。

(6) レール用車輪車軸の機械的ロックに対する知らせ灯がついている。

(7) 転車はレール車輪から道路車輪に切替えるときは問題ないが、道路車輪からレール車輪に切替えるときにはレール車輪のフランジがちょうどレールとうまくはまり合う位置に車両を停止せねばならないので、車体下側部にレール車輪の位置を明示する転車指示器がついている(第2図参照)。運転者は運転室からこの転車指示器をながめレールとの関係を目測で合わせて車輪切替位置を決定する。この転車指示器は同時にレール車両の場合の排障器、道路車両走行時の空気タイヤパンクに対するストッパの役をなすものである。

4. 実 用 試 験

以上軌条、道路両用けん引車の機構と構造について説明したが、これらについては試作完成後作動試験を行ないその機能を確認した。計画時のレール車両のけん引力特性を第13図に示すが、実測結果はだいたいこれを満足している。道路車両からレール車両へ切替える場合に車輪フランジをレールに合わせるという動作も運転者の慣れによって簡単に行なえるようになることもわかった。

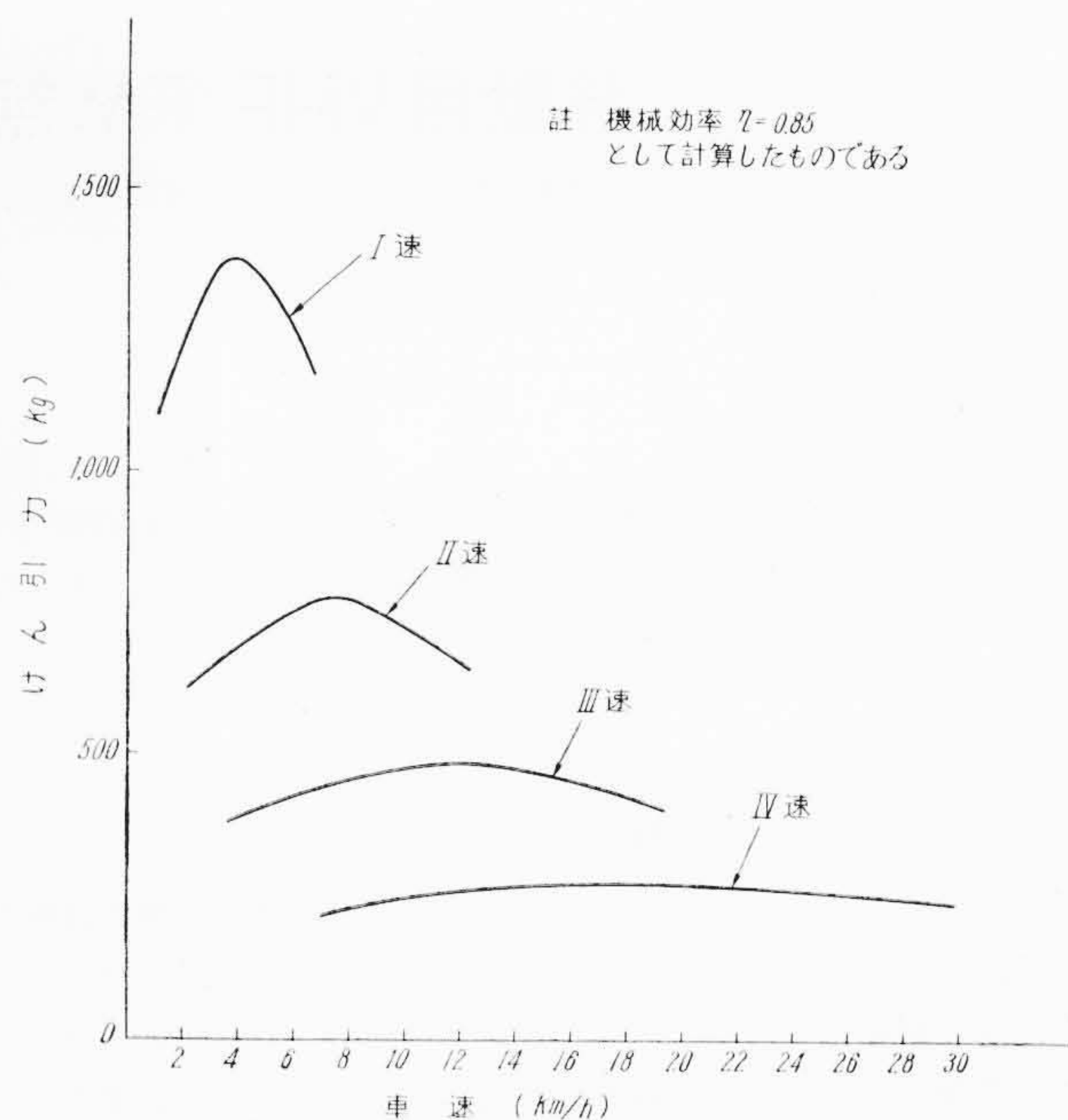
この試作車は目下車両製作工場である日立製作所笠戸工場で自家用に車両の運搬、入換作業に使用され、あわせて耐久試験を行っているが非常に好調である。第14図はその状況の一例を示したものであるが、工場の車両運搬作業は本車両の導入により非常に合理化されるに至った。

5. 結 言

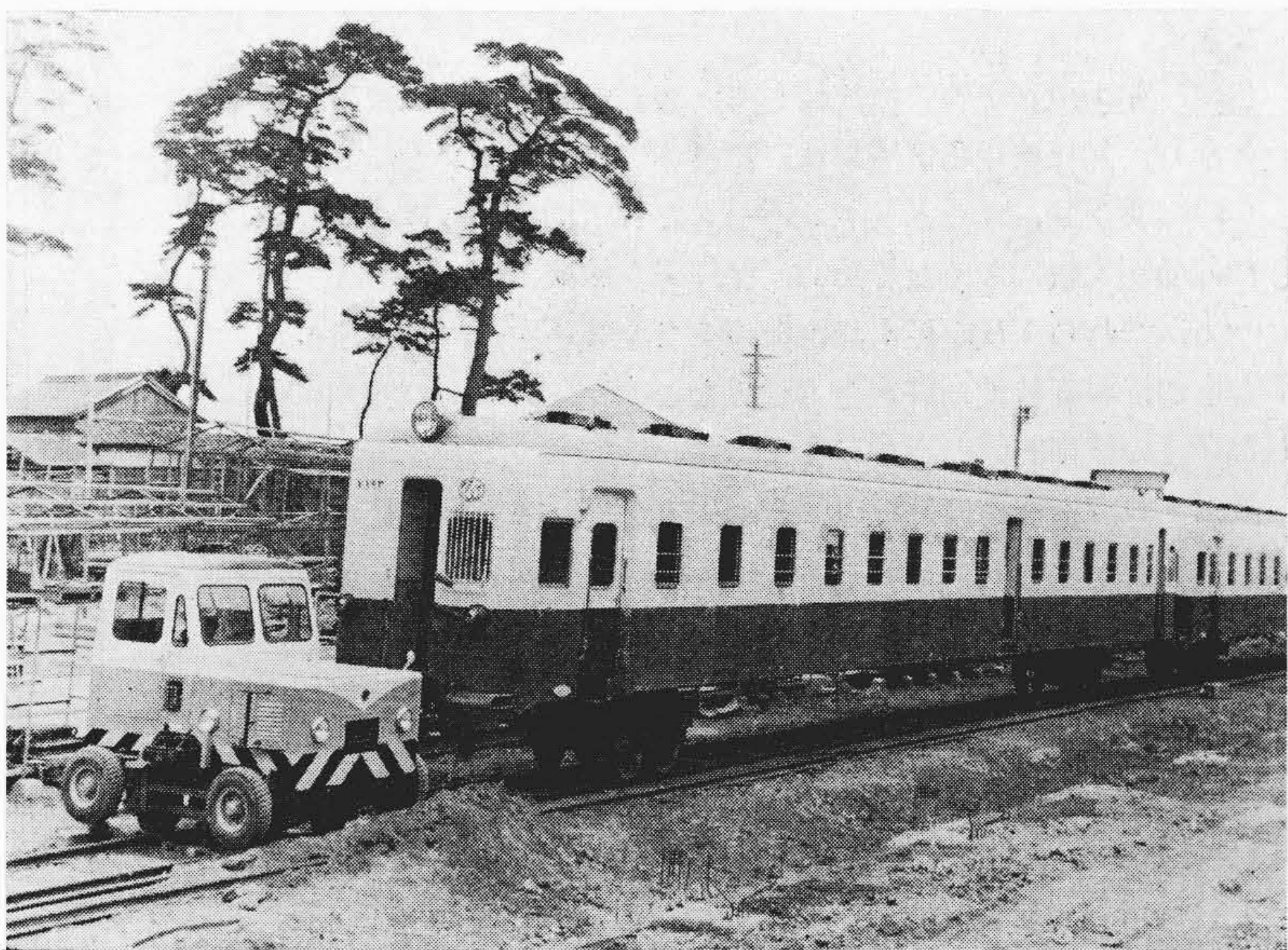
上述のように軌条、道路両用けん引車はわが国でも初の試みであり多くの特長を有しているが、実用試験の結果、機能の確実性と車両の有用性、信頼性が確認でき、今後各方面での有効利用が考えられるのでここに紹介した。

本車両の試作にあたっては関係各方面からいろいろご指導とご援助を賜った。ここに記して深甚の謝意を表したい。

なお上述の各種機構、構造については目下特許や実用新案を出願中であることを付記しておく。



第13図 レール車両けん引力特性



第14図 車両入換作業に活躍中の両用けん引車

第 23 卷 日 立 第 12 号 目 次

◎巻 頭 言.....小堀杏奴
◎水島コンピナートと水島発電所
◎カーブームに活躍する日立点火プラグ
◎伸びゆく電話のニュースター
◎日立ハイライト「冬の水仕事を楽しく」
◎ビルは生きている
◎電話交換機の電子化

◎熱伝導体を利用したガス分析
◎明日への道標「特殊形式400t/h石炭アンローダ」
◎夢をはぐくむ半導体技術
◎ハイボード誕生
◎凸版印刷のエース・ヒタプレス
◎新しい照明「北海道拓殖銀行本店」
◎日立だより

発 行 所 日 立 評 論 社

東京都千代田区丸の内1丁目4番地
振替口座東京 71824番

取 次 店 株式会社オーム社書店

東京都千代田区神田錦町3丁目1番地
振替口座東京 20018番